

【特許請求の範囲】

【請求項 1】車両に装着された 4 つのタイヤの回転角速度を検出する回転角速度検出手段の出力を補正するための補正係数を演算する装置であって、前記回転角速度検出手段の出力に基づいて、車両は直線走行をしているのか、ほぼ一定の曲率半径の道路を走行しているのかを識別するための識別手段と、この識別手段において車両は直線走行していると識別された場合に、前記回転角速度検出手段の出力に基づいて、各タイヤ間の初期差異による有効ころがり半径の差が回転角速度に及ぼす影響を排除するための初期補正係数を求める係数演算手段とを含むことを特徴とする初期補正係数演算装置。

【請求項 2】前記識別手段は、前記回転角速度検出手段の出力に基づいて、左右タイヤの回転角速度比を算出するための手段と、この算出された左右タイヤの回転角速度比と従前に算出された左右タイヤの回転角速度比に対応する基準データとの差または比が予め定めるしきい値未満であるか否かを判別するための手段と、その結果、前記差または比が前記しきい値未満であると判別された場合に、車両は直線走行をしているとする手段とを含むものであることを特徴とする請求項 1 記載の初期補正係数演算装置。

【請求項 3】前記係数演算手段は、前記回転角速度検出手段の出力に基づいて得られる左右の回転角速度比、および従前に求められた初期補正係数に基づいて平均化処理を行うことにより、初期補正係数を求めるものであり、この係数演算手段によって求められた初期補正係数を、前記識別手段において用いられる基準データとする手段をさらに含むことを特徴とする請求項 2 記載の初期補正係数演算装置。

【請求項 4】前記回転角速度検出手段の出力に基づいて車両の旋回半径の逆数を算出し、この算出された車両の旋回半径の逆数の時間微分値を算出し、この算出された時間微分値が予め定める許容範囲に収まることを条件として、前記識別手段における識別処理の実行を許容させることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の初期補正係数演算装置。

【請求項 5】前記回転角速度検出手段の出力に基づいて得られる左右タイヤの回転角速度比、および従前に求められた初期データに基づいて平均化処理を行うことにより、初期データを求めるための手段と、この初期データの演算回数を記録するための手段と、前記記録された演算回数が予め定めるしきい値に達したか否かを判別するための手段と、

この手段において演算回数が前記しきい値に達したと判別されるまでは、前記識別手段における識別処理の実行を禁止するとともに、前記算出された時間微分値が前記許容範囲に収まることを条件として、前記初期データを求める処理を行わせる手段と、前記識別手段において最初に用いられる基準データとして、前記初期データを設定するための手段とをさらに含むことを特徴とする請求項 4 記載の初期補正係数演算装置。

【請求項 6】前記識別手段において車両がほぼ一定の曲率半径の道路を走行していると識別された回数（以下「識別回数」という。）を記録するための手段と、この記憶されている識別回数が予め定めるしきい値に達したか否かを判別するための手段と、その結果、前記識別回数が前記しきい値に達したと判別された場合には、初期補正係数を初期化するための手段とをさらに含むことを特徴とする請求項 4 または請求項 5 記載の初期補正係数演算装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、たとえばタイヤ空気圧低下検出装置に用いられ、タイヤの初期差異による有効ころがり半径の相対的な差が回転角速度に及ぼす影響を排除するための初期補正係数を求める初期補正係数演算装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、乗用車やトラックなどの 4 輪車両の安全装置の 1 つとして、タイヤの空気圧低下を検出する装置（DWS）の開発が行われ、一部では実用化されている。タイヤの空気圧低下の検出方法の 1 つに、たとえば車両に装着されている 4 つのタイヤ W_1 、 W_2 、 W_3 、 W_4 の各回転角速度 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 の違いを利用する方法がある。この方法は、回転角速度 F_i ($i=1, 2, 3, 4$) がタイヤ W_i の空気圧の状況に応じて変化することを利用したものである。すなわち、いずれかのタイヤ W_i の空気圧が低下すると、当該タイヤ W_i の有効ころがり半径が減少し、その結果当該タイヤ W_i の回転角速度 F_i は速くなる。そのため、回転角速度 F_i の違いに基づけば、タイヤ W_i の空気圧低下を判定できる。

【0003】なお、有効ころがり半径とは、荷重がかかった状態で自由回転しているタイヤ W_i が 1 回転により進んだ距離を 2π で割った値である。回転角速度 F_i の違いに基づいてタイヤ W_i の空気圧低下を検出する際に用いられる判定式は、たとえば下記(1)式に示すようなものである（特開昭 63-305011 号公報、特開平 4-212609 号公報など参照。）

【0004】

【数 1】

$$D = \frac{\frac{F_1 + F_4}{2} - \frac{F_2 + F_3}{2}}{\frac{F_1 + F_2 + F_3 + F_4}{4}} \times 100 \quad \cdots (1)$$

【0005】タイヤW₁の有効ころがり半径が仮にすべて同一であるとすれば、各回転角速度F_iはすべて同一となる(F₁=F₂=F₃=F₄)。したがって、判定値Dは0である。そこで、しきい値D_{TH1}、D_{TH2}（ただし、D_{TH1}、D_{TH2}>0）が設定される。そして、下
 $D < -D_{TH1}$ または $D > D_{TH2}$

ところで、実際のタイヤW₁の有効ころがり半径は、タイヤW₁の製造時に生じる規格内でのばらつき（以下「初期差異」という。）を含む。すなわち、4つのタイヤW_iがすべて正常内圧であっても、初期差異のために、4つのタイヤW_iの有効ころがり半径は相異なる。これに伴い、タイヤW₁の回転角速度F₁はばらつく。その結果、判定値Dは0以外の値になるおそれがある。そのため、空気圧が低下していないのに空気圧が低下していると誤検出されるおそれがある。よって、空気圧低下検出を高精度に行うためには、検出される回転角速度F_iから初期差異の影響を排除する必要がある。

【0007】回転角速度F_iから初期差異の影響を排除するための技術としては、たとえば特開平7-318584号公報に開示されている技術を適用することが考えられる。この技術では、左右の従動タイヤの回転角速度比が算出され、さらに、当該回転角速度比を時間微分した値が算出される。そして、当該時間微分値が一定期間にわたって所定の限界値以下に留まっているか否かが判別される。その結果、時間微分値が一定期間にわたって限界値以下に留まっていると判別されると、車両は直線走行をしていると判断され、このときに算出されている回転角速度F_iに基づいて、初期補正係数が算出される。

【0008】このように、車両が直線走行をしていると判断された場合に限って初期補正係数の算出を行うようにしているから、コーナー走行時における回転角速度F_iのばらつきを排除し、各タイヤW_i間の初期差異による有効ころがり半径のばらつきを忠実に表した初期補正係数を算出できるはずである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来技術では、車両が直線走行をしているか否かの判断基準として、左右の従動タイヤの回転角速度比の時間微分値に基づいて車両が直線走行をしているか否かを判断するようにしているから、車両がコーナリング走行をしているのに、車両は直線走行をしていると誤判断される場合がある。

【0010】具体的には、たとえば高速自動車道路のイ

記(2)式に示す条件が満足された場合は、空気圧が低下しているタイヤW_iがあると判定される。この条件が満足されなかった場合には、タイヤW_iはすべて正常内圧であると判定される。

【0006】

……(2)

ンターチェンジにおける本線の出口から料金所に至る出口道路のように、ほぼ一定の曲率半径の道路（以下「一定Rの道路」という。）を車両が走行している場合には、車両が直線走行をしていると誤判断される。さらに具体的には、車両が一定Rの道路を走行している場合には、回転角速度比の時間微分値は、比較的小さく、しかもあまり変化しないで推移する。この場合、回転角速度比の時間微分値は限界値以下に留まっていると判別され、車両が直線走行をしていると誤判断される。

【0011】したがって、この場合には、コーナリング走行時における回転角速度F_iのばらつきを含む初期補正係数が算出されるから、回転角速度F_iが誤って補正され、結果として、タイヤの空気圧低下が誤判定される。そこで、この発明の目的は、前述の技術的課題を解決し、車両が直線走行していることを確実に判断でき、その結果各タイヤ間の初期差異による有効ころがり半径の差を忠実に表した初期補正係数を得ることができる初期補正係数演算装置を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するための請求項1記載の発明は、車両に装着された4つのタイヤの回転角速度を検出する回転角速度検出手段の出力を補正するための補正係数を演算する装置であって、前記回転角速度検出手段の出力に基づいて、車両は直線走行をしているのか、ほぼ一定の曲率半径の道路を走行しているのかを識別するための識別手段と、この識別手段において車両は直線走行をしていると識別された場合に、前記回転角速度検出手段の出力に基づいて、各タイヤ間の初期差異による有効ころがり半径の差を回転角速度から排除するための初期補正係数を求める係数演算手段とを含むことを特徴とする初期補正係数演算装置である。

【0013】この発明によれば、車両が直線走行をしているのか、ほぼ一定の曲率半径の道路を走行しているのかが識別されるから、車両がほぼ一定の曲率半径の道路を走行している場合に、車両が直線走行をしていると誤判断されることがない。したがって、各タイヤ間の初期差異による有効ころがり半径の差を忠実に表した初期補正係数を得ることができる。

【0014】前記識別手段は、たとえば請求項2記載の発明のように、前記回転角速度検出手段の出力に基づいて、左右タイヤの回転角速度比を算出するための手段と、この算出された左右タイヤの回転角速度比と従前に算出された左右タイヤの回転角速度比に対応する基準データとの差または比が予め定めるしきい値未満であるか否かを判別するための手段と、その結果、前記差または比が前記しきい値未満であると判別された場合に、車両は直線走行をしているとする手段とを含むものである。

【0015】車両がほぼ一定の曲率半径の道路を走行している場合には、左右タイヤの回転角速度比の差または比は、通常、一定の範囲に収まる。そのため、前記しきい値を、当該差または比が収まる範囲の下限値未満の値に設定しておけば、車両が直線走行をしているのか、ほぼ一定の曲率半径の道路を走行しているのかを確実に識別することができる。

【0016】請求項3記載の発明は、前記係数演算手段は、前記回転角速度検出手段の出力に基づいて得られる左右の回転角速度比、および従前に求められた初期補正係数に基づいて平均化処理を行うことにより、初期補正係数を求めるものであり、この係数演算手段によって求められた初期補正係数を、前記識別手段において用いられる基準データとする手段をさらに含むことを特徴とする請求項2記載の初期補正係数演算装置である。

【0017】この発明では、平均化処理が行われることによって初期補正係数が求められるから、初期補正係数の精度は、初期補正係数の演算が行われるにつれて向上する。したがって、このような初期補正係数を基準データとして利用する識別手段における識別処理の精度も、初期補正係数の演算が行われるにつれて向上していく。

【0018】請求項4記載の発明は、前記回転角速度検出手段の出力に基づいて車両の旋回半径の逆数を算出し、この算出された車両の旋回半径の逆数の時間微分値を算出し、この算出された時間微分値が予め定める許容範囲に収まることを条件として、前記識別手段における識別処理の実行を許容させることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の初期補正係数演算装置である。

【0019】車両が直線走行をしているときには、車両の旋回半径の逆数は、左右のタイヤの初期差異によるばらつきに相当するオフセット値をとりながら一定に推移する。したがって、その時間微分値はほぼ0である。そのため、時間微分値が許容範囲に収まる場合には、車両は直線走行をしていると推測できる。よって、たとえば車両が直角コーナーを曲がろうとしている場合のような車両が直線走行をしている可能性が極めて低い場合を排除した状態で、識別処理を行わせることができる。

【0020】請求項5記載の発明は、前記回転角速度検出手段の出力に基づいて得られる左右タイヤの回転角速度比、および従前に求められた初期データに基づいて平

均化処理を行うことにより、初期データを求めるための手段と、この初期データの演算回数を記録するための手段と、この記録された演算回数が予め定めるしきい値に達したか否かを判別するための手段と、この手段において前記演算回数が前記しきい値に達したと判別されるまでは、前記識別手段における識別処理の実行を禁止するとともに、前記算出された時間微分値が前記許容範囲に収まることを条件として、前記初期データを求める処理を行わせる手段と、前記識別手段において最初に用いられる基準データとして、前記初期データを設定するための手段とをさらに含むことを特徴とする請求項3記載の初期補正係数演算装置である。

【0021】この発明では、識別手段における識別処理は、左右タイヤの回転角速度比に対応する初期データの演算回数がしきい値に達するまでは禁止される。言い換えれば、初期データの演算回数がしきい値に達してはじめて識別手段における識別処理が行われる。この場合、最初の識別処理に用いられる基準データは初期データとされる。初期データは、車両が直線走行をしていると推測できる場合に平均化処理によって求められるから、演算回数がしきい値に達するときには、十分な精度を有している。したがって、識別処理を最初から高精度に行うことができる。

【0022】請求項6記載の発明は、前記識別手段において車両がほぼ一定の曲率半径の道路を走行していると識別された回数（以下「識別回数」という。）を記録するための手段と、この記憶されている識別回数が予め定めるしきい値に達したか否かを判別するための手段と、その結果、前記識別回数が前記しきい値に達したと判別された場合には、初期補正係数を初期値とするための手段とをさらに含むことを特徴とする請求項4または請求項5記載の初期補正係数演算装置である。

【0023】前記初期データは、識別処理が行われる前に求められるようになっているから、実際には、車両がほぼ一定の曲率半径の道路を走行している場合に求められている可能性がある。この場合、求められる初期データは、本来車両が直線走行をしている場合の値からずれている。したがって、識別処理開始後において車両が直線走行をしても、識別処理においてそのことを識別することが困難となり、結局、高精度な初期補正係数を求めることができなくなるおそれがある。

【0024】そこで、この請求項5記載の発明のように、車両がほぼ一定の曲率半径の道路を走行していると識別された回数がしきい値に達した場合に、初期補正係数の演算を最初からやり直すようにしておけば、係数取得までの時間は延びるけれども、高精度な初期補正係数を確実に得ることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。図1は、この

10

20

30

40

50

発明の一実施形態が適用されるタイヤ空気圧低下検出装置の構成を示すブロック図である。このタイヤ空気圧低下検出装置は、4輪車両に備えられた4つのタイヤ W_1 , W_2 , W_3 , W_4 の空気圧が低下しているか否かを検出する。タイヤ W_1 , W_2 はそれぞれ前左右タイヤに対応する。また、タイヤ W_3 , W_4 はそれぞれ後左右タイヤに対応する。

【0026】各タイヤ W_1 , W_2 , W_3 , W_4 にそれぞれ関連して、車輪速センサ1が備えられている。車輪速センサ1の出力は制御ユニット2に与えられる。制御ユニット2には、表示器3が接続されている。表示器3は、空気圧が低下したタイヤ W_i ($i=1,2,3,4$) を知らせるためのもので、液晶表示素子、プラズマ表示素子またはCRTなどで構成される。

【0027】制御ユニット2には、また、初期化スイッチ4が接続されている。初期化スイッチ4は、初期補正係数 K_j ($j=1,2$) を算出する際にユーザが操作するためのものである。初期補正係数 K_j は、初期差異によるタイヤ W_i 間の有効半径が半径の規格内でのばらつきの影響をタイヤ W_i の回転角速度 F_i から排除するための

【0028】図2は、タイヤ空気圧低下検出装置の電気的構成を示すブロック図である。制御ユニット2は、I/Oインタフェース2a、CPU2b、ROM2c、RAM2d、EEPROM(E²PROM)2eを含むマイクロコンピュータで構成されている。I/Oインタフェース2aは、車輪速センサ1および初期化スイッチ4などの外部装置との信号の受け渡しに必要なものである。CPU2bは、ROM2cに格納された制御動作プログラムに従って、種々の演算処理を実行するものである。RAM2dは、CPU2bが制御動作を行う際にデータなどが一時的に書き込まれたり、その書き込まれたデータなどが読み出されたりするものである。RAM2dの記憶領域の一部は、初期補正係数 K_j を算出するためのSTD処理において用いられるカウンタ21、22として利用される。EEPROM2eには、STD処理において算出された初期補正係数 K_j が格納される。

【0029】車輪速センサ1は、タイヤ W_i の回転数に対応したパルス信号(以下「車輪速パルス」という。)を出力する。CPU2bでは、車輪速センサ1から出力される車輪速パルスに基づいて、所定のサンプリング周期 ΔT (たとえば $\Delta T=1(\text{sec})$) ごとに、各タイヤ W_i の回転角速度 F_i が算出される。図3は、タイヤ空気圧低下検出装置におけるタイヤ空気圧低下検出処理を説明するためのフローチャートである。この処理は、CPU2bがROM2cに格納された所定のプログラムに従って動作することによって、制御ユニット2によってサン

$$F_{11} = F_1$$

$$F_{12} = K_1 \times F_2$$

$$F_{13} = F_3$$

プリング周期 ΔT ごとに実行される。なお、以下の説明では、対象車両がFF(フロントエンジン・フロントドライブ)車であることを前提とする。

【0030】CPU2bでは、まず、初期化スイッチ4が押されたか否かが判別される(ステップS1)。初期化スイッチ4は、通常、車両を初めて走行させるとき、タイヤ W_i の空気圧を補充したとき、またはタイヤ W_i を交換したときなどに、ユーザによって押される。言い換えれば、初期化スイッチ4は、通常、走行開始前または走行開始直後に押される。

【0031】前記ステップS1での判別の結果、初期化スイッチ4が押された場合、CPU2bでは、STD処理の実行が指示されたと判断され、STD処理の実行のための準備が行われる(ステップS2)。具体的には、初期補正係数 K_j の演算回数に相当するカウンタ21のカウンタ値Nがクリアされ、さらに、初期補正係数 K_1 , K_2 がそれぞれ初期値 k_0 (たとえば $k_0=1.0$) に設定される。その後、ステップS3に移行する。一方、初期化スイッチ4は押されていないと判別されると、ステップS3に直接移行する。

【0032】このタイヤ空気圧低下検出処理では、STD処理において初期補正係数 K_j をサンプリング周期 ΔT ごとに複数回にわたって算出し、その平均をとることによって、高精度な初期補正係数 K_j を算出するようにしている。すなわち、初期補正係数 K_j は、サンプリング周期 ΔT ごとにフィルタ処理が行われることによって算出される。したがって、算出されるたびに、精度が良くなっていく。

【0033】CPU2bでは、ステップS3において、カウンタ値Nが最大値 N_{\max} (たとえば $N_{\max}=500$) に達したか否かが判別される。その結果、カウンタ値Nが最大値 N_{\max} 未満であれば、初期補正係数 K_j の精度はまだ不十分であると判断され、STD処理が実行される(ステップS4)。一方、カウンタ値Nが最大値 N_{\max} に達していると判別されると、十分な精度の初期補正係数 K_j が得られていると判断され、通常のタイヤ空気圧低下判定処理(以下「DWS処理」という。)が実行される(ステップS5)。

【0034】DWS処理について簡単に説明する。DWS処理では、車輪速センサ1から出力される車輪速パルスに基づいて、各タイヤ W_i の回転角速度 F_i が算出される。次いで、この算出された回転角速度 F_i に対して初期補正処理が施される。具体的には、STD処理において算出された初期補正係数 K_j が用いられ、下記(3)ないし(6)式に示すような処理が実行される。

【0035】

$$\dots (3)$$

$$\dots (4)$$

$$\dots (5)$$

$$F14 = K2 \times F4$$

これにより、各タイヤW_i間の初期差異による有効ころがり半径の差が排除された回転角速度F1_iが得られる。なお、前記(3)ないし(6)式から明らかなように、初期補正係数K₁は、前左右タイヤW₁、W₂の間の初期差異による有効ころがり半径の差を排除するための係数である。また、初期補正係数K₂は、前左右タイヤW₃、W₄の間の初期差異による有効ころがり半径の差を

$$D = \frac{\frac{F1_1 + F1_2}{2} - \frac{F1_3 + F1_4}{2}}{\frac{F1_1 + F1_2 + F1_3 + F1_4}{4}} \times 100 \quad \dots(7)$$

【0038】次いで、算出された判定値Dに基づいて、空気が低下しているか否かが判別される。具体的に、判定値Dが下記(8)式を満足するか否かが判別され

$$D < -D_{TH1} \quad \text{または} \quad D > D_{TH2}$$

この結果、判定値Dが上記(8)式を満足したと判別されると、いずれかのタイヤW_iの空気が低下していると判定される。一方、判定値Dが上記(8)式を満足していないと判別されると、空気が低下しているタイヤW_iはないと判定される。

【0039】空気が低下しているタイヤW_iがあると判別された場合には、その旨が表示器3に与えられ、表示器3において空気が低下しているタイヤW_iがある旨が表示される。図4および図5は、STD処理を説明するためのフローチャートである。CPU2bでは、まず、車輪速センサ1から出力される車輪速パルスに基づいて、各タイヤW_iの回転角速度F_iが算出される(ス

$$R = \frac{2}{Tw} \times \frac{F_3 - F_4}{F_3 + F_4}$$

【0041】ところで、回転角速度F_iは、車両の速度(以下「車速」という。)V、および各タイヤW_iの前後方向加速度FRA_iの大きさによっては誤差を含むことがある。すなわち、車速Vが極低速である場合には、車輪速センサ1の検出精度が著しく悪くなるので、算出される回転角速度F_iに誤差が含まれる可能性が高い。また、各タイヤW_iの前後方向加速度FRA_iが相対的に大きい場合には、たとえば車両が急加速/急減速することによるタイヤW_iのスリップの影響が考えられるので、算出される回転角速度F_iに誤差が含まれる可能性が高い。

【0042】このように、回転角速度F_iに誤差が含まれている可能性が高い場合には、その回転角速度F_iを

$$V_i = r \times F_i$$

この算出された各タイヤW_iの速度V_iに基づき、車速Vが下記(11)式によって算出される。

$$V = (V_1 + V_2 + V_3 + V_4) / 4$$

……(6)

排除するための係数である。

【0036】その後、このようにして得られた回転角速度F1_iに基づいて、空気圧低下判定用の判定値Dが下記(7)式に示すようにして算出される。

【0037】

【数2】

る。ただし、下記(8)式において、D_{TH1} = D_{TH2} = 0.1である。

……(8)

ステップS41)。さらに、算出された回転角速度F_iに基づいて、現在の車両の走行状態を把握するためのパラメータである車両の旋回半径の逆数Rが算出される(ステップS42)。車両の旋回半径ではなくその逆数をパラメータとしているのは、車両の旋回半径では直線走行時に値が無限大となりCPU2bにおける処理に不適であるのに対して、その逆数では直線走行時には値が0となりCPU2bにおける処理が容易であるからである。車両の旋回半径の逆数Rは、下記(9)式に従って算出される。

【0040】

【数3】

……(9)

空気圧低下の検出に採用せずにリジェクト(排除)する方が好ましい。そこで、CPU2bでは、ステップS32において算出された回転角速度F_iに基づいて、車速Vおよび各タイヤW_iの前後方向加速度FRA_iが算出される。そして、この算出された車速Vおよび各タイヤW_iの前後方向加速度FRA_iに基づいて、今回のサンプリング周期ΔTで算出された回転角速度F_iをリジェクトするか否かが判別される(ステップS43)。

【0043】より詳述すると、車速Vは、各タイヤW_iの速度V_iに基づいて算出される。各タイヤW_iの速度V_iは、下記(10)式に従って算出される。ここに、rは、直線走行時における有効ころがり半径に相当する定数であり、ROM2cに記憶されている。

……(10)

【0044】

……(11)

各タイヤ W_i の前後方向加速度 FRA_i は、1周期前のサンプリング周期 ΔT において算出された各タイヤ W_i

$$FRA_i = (V_i - BV_i) / (\Delta T \times 9.8) \quad \dots (12)$$

なお、上記(12)式において、分母に9.8が挿入されているのは、各タイヤ W_i の前後方向加速度 FRA_i を G (重力加速度)換算するためである。

【0045】次いで、この算出された車速 V および各タイヤ W_i の前後方向加速度 FRA_i について、下記①および②の2つの条件のうちいずれかが該当するか否かが判別される。

① $V < V_{TH}$ (たとえば $V_{TH} = 15(\text{km/h})$)

② $\text{MAX} \{ |FRA_i| \} > A_{TH}$

(たとえば $A_{TH} = 0.1g$; $g = 9.8(\text{m/sec}^2)$)

その結果、前記①および②のうちいずれか1つでも該当した場合には、回転角速度 F_i がリジェクトされ、計算

$$R' = dR / dt = |R - BR| / \Delta T \quad \dots (13)$$

そして、この算出された時間微分値 R' が所定の許容範囲 R_{TH} ($R_{TH} = R_{TH1} \sim R_{TH2}$; たとえば $R_{TH1} = -0.0005$ 、 $R_{TH2} = 0.0005$)に収まっているか否かが判別される(ステップS45)。その結果、時間微分値 R' は許容範囲 R_{TH} 外であると判別されると、車両は直線走行をしていないと判断される。この場合、回転角速度 F_i にはタイヤ W_i の横すべりなどに起因する誤差が含まれているから、このような回転角速度 F_i に基づいても、高精度な初期補正係数 K_j を算出することはできない。そのため、この場合には、回転角速度 F_i はリジェクトされ、計算が行われることなく、次の処理に移行する。一方、時間微分値 R' は許容範囲 R_{TH} 内に収まっていると判別されると、車両は直線走行をしていると判断される。この場合、回転角速度 F_i は各タイヤ W_i 間の初期差異による有効ころがり半径の差を忠実に表しているから、次に、ステップS42にて算出された車両の旋回半径の逆数 R を BR としてRAM2dに保持させた後(ステップS46)、当該回転角速度 F_i を用いた初期補正係数 K_j を算出する処理が行われる。

【0048】ところで、たとえば車両が直角コーナーを曲がるような場合には、前記ステップS45において車両が直線走行をしていないことを確実に判断することができる。例を示すと、図6に示すように、車両が直角コーナーを曲がる期間Aでは、実線で示す車両の旋回半径の逆数 R は大きくなり、これにより二点鎖線で示す時間微分値 R' は許容範囲 R_{TH} を大きくはみ出る。

【0049】しかしながら、高速自動車道路のインターチェンジの出口道路のように、一定の曲率半径で湾曲している道路(以下「一定Rの道路」という。)を車両が走行している場合には、前記ステップS45において車両が直線走行をしていると誤判別するおそれがある。これは、一定Rの道路では車両の旋回半径はほぼ一定であるから、前記時間微分値 R' はほぼ0となるからである。

の速度を BV_i とすると、下記(12)式によって算出される。

が行われることなく、次の処理に移行する。一方、前記①および②のいずれも該当しない場合には、回転角速度 F_i はリジェクトされずに、車両が直線走行をしているか否かを判別する処理が行われる。

【0046】より詳述すると、CPU2bでは、車両が直線走行をしている場合には車両の旋回半径は時間的にほとんど変化しないことに着目し、車両の旋回半径の逆数 R の時間微分値 R' が下記(13)式のようにして算出される(ステップS44)。下記(13)式において、 BR は従前のサンプリング周期 ΔT において算出された車両の旋回半径の逆数であり、RAM2dに保持されている。

【0047】

【0050】例を示すと、図7に示すように、曲率半径40(m)の一定Rの道路を車両が走行している期間Bでは、車両の旋回半径の逆数 R はほぼ一定であり、したがって時間微分値 R' は多少のばらつきはあるものの許容範囲 R_{TH} に収まる場合が多い。したがって、車両が直線走行をしていると頻繁に誤判別されることになる。また、図8に示すように、曲率半径50(m)のインターチェンジの出口道路を車両が走行している場合には、期間C1、C2などにおいて車両の旋回半径の逆数 R がほぼ0となる場合があり、この場合時間微分値 R' は許容範囲 R_{TH} に収まる。

【0051】さらに、図9に示すように、曲率半径200(m)のインターチェンジの出口道路を車両が走行している場合には、車両の旋回半径の逆数 R が0近傍である期間が長く、したがって時間微分値 R' が許容範囲 R_{TH} に収まる期間も長くなる。このように、車両がインターチェンジの出口道路を走行する場合には、曲率半径の大きさによらずに、車両が直線走行をしていると誤判別されるおそれがある。

【0052】一方、一定Rの道路を車両が走行している場合には、前記「課題を解決するための手段」の項で説明したように、左右タイヤの回転角速度比は時間の経過とともに多少なりとも変化する。この変化の程度は、通常、一定の範囲に収まる。具体的には、一定Rの道路の代表であるインターチェンジの出口道路の曲率半径は通常60(m)～500(m)であるから、この場合、左右タイヤの回転角速度比の差は、平均で、4(%)～1(%)の範囲に収まる。したがって、このSTD処理では、左右タイヤの回転角速度比の差が収まる範囲の下限値未満の値にきい値を設定し、車両が一定Rの道路を走行しているのか、それとも直線走行をしているのかを識別する処理を実行することとしている。

【0053】この識別処理の基準データとしては、前左右タイヤ W_1 、 W_2 の回転角速度比に対応する初期補正

係数 K_1 、および後左右タイヤ W_3 、 W_4 の回転角速度比に対応する初期補正係数 K_2 が用いられる。一方、これら各係数 K_1 、 K_2 はサンプリング周期 ΔT ごとにフィルタ処理が行われることによって算出されるから、演算が行われるたびに精度が良くなる。したがって、このSTD処理では、基準データである初期補正係数 K_1 、 K_2 の精度が十分に出来后、前述のような識別処理を行うようにしている。これにより、識別処理を最初から高精度に行うことができる。このように、この実施形態では、精度が十分に出来るまでの初期補正係数 K_1 、 K_2 が初期データに相当する。

【0054】CPU2bでは、前述のような識別処理を行うのに先立ち、カウンタ21のカウンタ値 N が所定のしきい値 N_{TH} （たとえば $N_{TH}=11$ ）以上であるか否かが判別される（ステップS47）。その結果、カウンタ値

$$K_1 = \frac{NN-1}{NN} \times BK_1 + \frac{1}{NN} \times \frac{F_2}{F_1} \quad \dots(14)$$

$$K_2 = \frac{NN-1}{NN} \times BK_2 + \frac{1}{NN} \times \frac{F_4}{F_3} \quad \dots(15)$$

【0056】この算出された初期補正係数 K_j は、 BK_j としてRAM2dに保持される（ステップS51）。以上のような処理が繰り返され、カウンタ値 N がしきい値 N_{TH} に達すると、基準データとして十分な精度の初期補正係数 K_1 、 K_2 が得られたと判断され、識別処理が行われる（ステップS52）。より具体的には、今回の前左右タイヤ W_1 、 W_2 の回転角速度 F_1 、 F_2

$$|F_{avr} - K_1| > K_{TH} \quad \text{または}$$

その結果、前記(16)式の2つの条件がいずれも満足されていないと判別されると、車両は一定Rの道路を走行しているのではなく、直線走行をしているものと判断され、カウンタ値 N が「1」だけインクリメントされた後（ステップS54）、初期補正係数 K_j の算出が行われる。この場合、識別処理が行われるまでの間に算出され

$$NN = N - (N_{TH} - 1)$$

そして、この平均個数 NN が前記(14)および(15)式に代入され、初期補正係数 K_j が算出される（ステップS50）。なお、平均個数 NN への数値代入に先立つステップS53において、カウンタ22のカウンタ値 C がクリアされる処理については後述する。

【0059】一方、前記ステップS52において、前記(16)式の2つの条件のうちいずれか一方でも満足されていると判別された場合には、車両は一定Rの道路を走行していると判断され、初期補正係数 K_j の算出は行われずに、初期補正係数 K_j を最初から算出し直すか否かの判別処理が行われる（ステップS56～S58）。すなわち、前記「課題を解決するための手段」の項でも説明したように、ステップS52の識別処理において最初に

N がしきい値 N_{TH} 未満であると判別された場合には、基準データとしての初期補正係数 K_1 、 K_2 の精度はまだ不十分であると判断され、前述のような識別処理は行われずに、初期補正係数 K_j の算出が直接行われる。具体的には、カウンタ21のカウンタ値 N が「1」だけインクリメントされ（ステップS48）、初期補正係数 K_j の算出回数が記録される。次いで、平均をとるために必要なデータ個数（以下「平均個数」という） NN にカウンタ値 N が代入され（ステップS49）、その後下記(14)および(15)式に従って初期補正係数 K_j が算出される（ステップS50）。下記(14)および(15)式において、 BK_j は従前の初期補正係数 K_j である。

【0055】

【数4】

の比 F_{avr} と初期補正係数 K_1 との差（ずれ）が所定のしきい値 K_{TH} （たとえば $K_{TH}=0.5(\%)$ ）以上か否か、または今回の後左右タイヤ W_3 、 W_4 の回転角速度 F_3 、 F_4 の比 F_{avr} と初期補正係数 K_2 との差が前記しきい値 K_{TH} 以上か否かが判別される。さらに具体的には、下記(16)が満足されるか否かが判別される。

【0057】

$$|F_{avr} - K_2| > K_{TH} \quad \dots(16)$$

た精度がまだ不十分な初期補正係数 K_j の個数を差し引くために、平均個数 NN には、下記(17)式に示すように、カウンタ値 N から $(N_{TH} - 1)$ を差し引いた値が代入される（ステップS55）。

【0058】

$$\dots(17)$$

用いられる基準データは車両の直線走行時における本来の基準からずれるおそれがあるから、この場合には、初期補正係数 K_j を算出し直して、初期補正係数 K_j の精度低下を防止する必要がある。

【0060】前記判別処理についてさらに詳述すると、CPU2bでは、カウンタ22のカウンタ値 C が「1」だけインクリメントされ（ステップS56）、当該カウンタ値 C が所定のしきい値 C_{TH} （たとえば $C_{TH}=100$ ）以上であるか否かが判別される（ステップS57）。その結果、カウンタ値 C がしきい値 C_{TH} 未満であれば、計算が行われることなく、次の処理に移行する。一方、カウンタ値 C がしきい値 C_{TH} 以上であると判別された場合には、初期補正係数 K_j は一定Rの道路の走行時に算出

されたもので、基準データとして不適当であると判断され、カウント値Nがクリアされるとともに、初期補正係数 K_j が初期値 k_0 に設定される(ステップS58)。

【0061】なお、実際は直線走行時に初期補正係数 K_j が算出されていたのに、突発的なノイズなどによって、車両が一定Rの道路を走行していると誤って判別される場合がある。このような場合に、カウント値Cをそのまま残していたのでは、初期補正係数 K_j が高精度に算出できたのに算出し直す結果になる。そのため、前記ステップS52において車両は直線走行をしていると判別された場合には、カウント値Cをクリアすることとしている(ステップS53)。

【0062】以上のようにこの実施形態によれば、左右タイヤの回転角速度比の差に基づいて識別処理を行うようにしているから、たとえば車両が一定Rの道路を走行している場合に、車両が直線走行をしていると誤って判断することはない。言い換えれば、車両が直線走行をしているか否かを確実に認識できる。そのため、高精度な初期補正係数を求めることができる。よって、初期差異による有効ころがり半径の差の影響を回転角速度 F_i から排除でき、その結果タイヤ W_i の空気圧が低下しているか否かを確実に検出できる。

【0063】また、前述のような識別処理を行うようにしているから、車両が直線走行をしていると判別される状態が一定期間継続しているかどうかを調べなくても、車両が直線走行をしているか否かを確実に判別できる。よって、短い直線走行であっても、車両が直線走行をしていることを確実に認識できる。そのため、短い直線路と直角コーナーとが連続する場合が多い日本の市街地においても、高精度な初期補正係数 K_j を迅速に得ることができる。

【0064】この発明の実施の形態の説明は以上のとおりであるが、この発明は前記実施形態に限定されるものではない。たとえば前記実施形態では、識別処理の精度を最初から良くするために、カウント値Nがしきい値 N_{TH} に達するまでは識別処理を行わないようにしているが、たとえば処理の簡素化を重要視するならば、最初から識別処理を実行するようにしてもよい。この場合、基準データとしては、車両が直線走行をしている場合における平均的な左右タイヤの回転角速度比を初期値として設定しておけばよい。

【0065】また、前記実施形態では、左右タイヤの回転角速度比の差に基づいて識別処理を行うようにしているが、たとえば左右タイヤの回転角速度比の比率に基づいて識別処理を行うようにしてもよい。すなわち、車両が一定Rの道路を走行している場合には、左右タイヤの回転角速度比の差と同様に、左右タイヤの回転角速度比の比率は、通常、一定の範囲に収まるからである。

【0066】さらに、前記実施形態では、車両の旋回半径の逆数Rの時間微分値 R' に基づいて、車両が直線走

行をしているか否かを判別するようにしているが、たとえば前左右タイヤ W_1 、 W_2 の回転角速度比、および/または後左右タイヤ W_3 、 W_4 の回転角速度比の時間微分値に基づいて、車両が直線走行をしているか否かを判別するようにしてもよいのはもちろんである。

【0067】その他、この発明の範囲において種々の設計変更を施すことが可能である。

【0068】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、車両が直線走行をしているのか、ほぼ一定の曲率半径の道路を走行しているのかが識別されるから、車両が直線走行をしているか否かを確実に認識できる。したがって、初期補正係数を高精度に得ることができるから、回転角速度から初期差異による有効ころがり半径の差の影響を確実に排除できる。よって、この発明をタイヤ空気圧低下検出装置に適用すれば、タイヤの空気圧が低下しているか否かを確実に検出できる。

【0069】また、前述のような識別処理を行うようにしているから、車両が直線走行をしていると判別される状態が一定期間継続しているかどうかを調べなくても、車両が直線走行をしているのか、ほぼ一定の曲率半径の道路を走行しているのかを、確実に識別できる。そのため、短い直線路であっても、車両が直線走行をしていることを確実に認識できる。

【0070】特に、請求項3記載の発明によれば、平均化処理が行われることによって識別処理の基準データである初期補正係数が求められるから、識別手段における識別精度を演算が進むにつれて向上させることができる。そのため、車両が直線走行をしていることを一層確実に認識できる。また、請求項4記載の発明によれば、車両が直線走行をしていると推測される場合にのみ識別処理が行われるから、処理の効率化を図ることができる。

【0071】また、請求項5記載の発明によれば、識別処理に用いられる基準データの精度を向上しておき、識別処理を開始するときには十分な精度を有する基準データを用いることができるから、識別処理を最初から高精度に行うことができる。よって、車両が直線走行をしていることをより一層確実に認識できる。また、請求項6記載の発明によれば、車両がほぼ一定の曲率半径の道路を走行していると識別された回数がしきい値に達した場合に、初期補正係数の演算が最初からやり直されるから、高精度な初期補正係数を確実に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態が適用されるタイヤ空気圧低下検出装置の構成を示すブロック図である。

【図2】タイヤ空気圧低下検出装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【図3】タイヤ空気圧低下検出処理を説明するためのフローチャートである。

【図4】STD処理を説明するためのフローチャートである。

【図5】同じく、STD処理を説明するためのフローチャートである。

【図6】車両が直角コーナーを走行する場合の車両の旋回半径の逆数およびその時間微分値を示す図である。

【図7】車両が曲率半径40(m)の一定Rの道路を走行する場合の車両の旋回半径の逆数およびその時間微分値を示す図である。

【図8】車両が曲率半径50(m)のインターチェンジの出口道路を走行する場合の車両の旋回半径の逆数およびその時間微分値を示す図である。

びその時間微分値を示す図である。

【図9】車両が曲率半径200(m)のインターチェンジの出口道路を走行する場合の車両の旋回半径の逆数およびその時間微分値を示す図である。

【符号の説明】

1 車輪速センサ

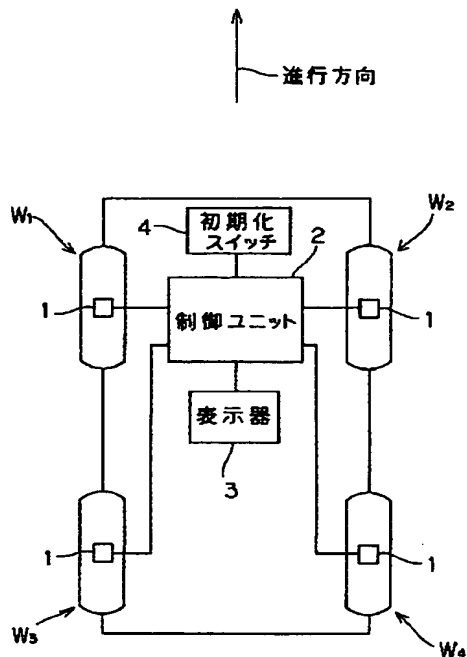
2 制御ユニット

2b CPU

2d RAM

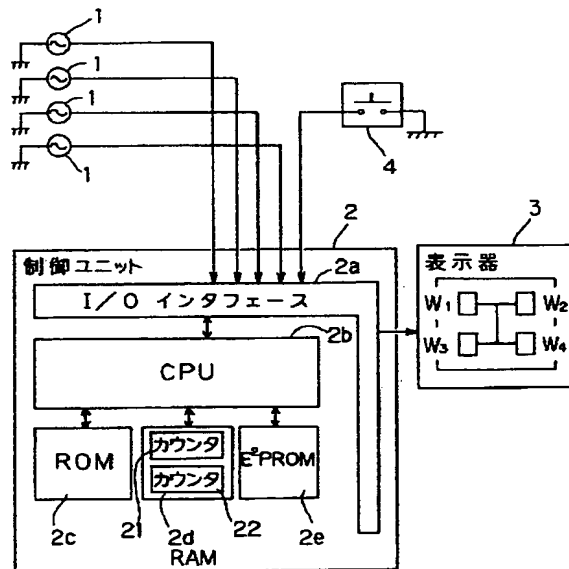
10 21, 22 カウンタ

【図1】



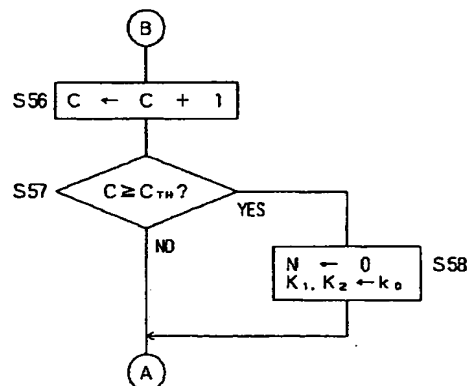
1…車輪速センサ

【図2】

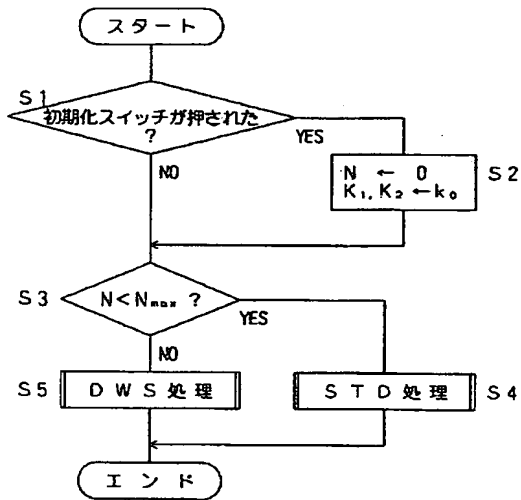


1…車輪速センサ

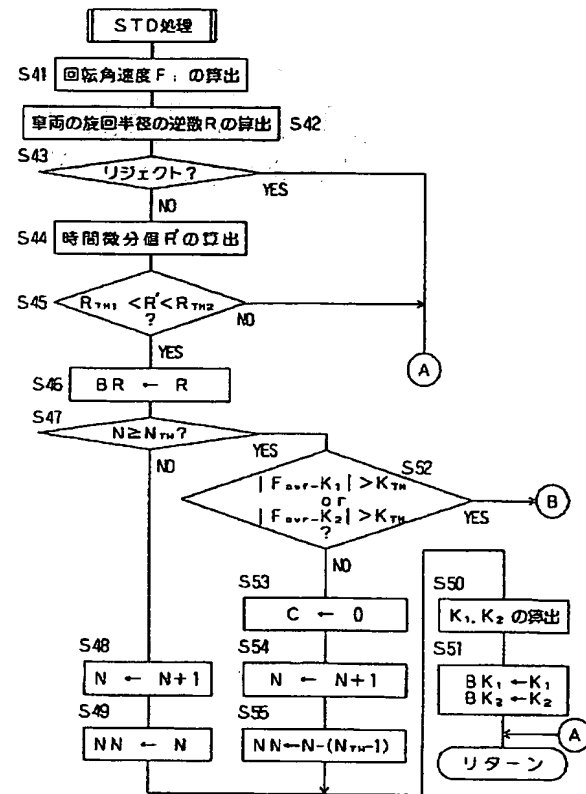
【図5】



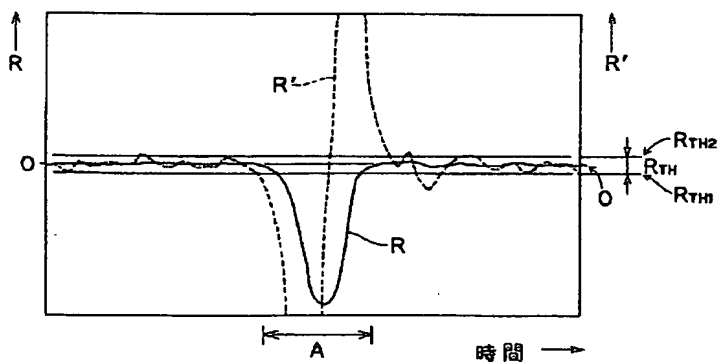
【図3】



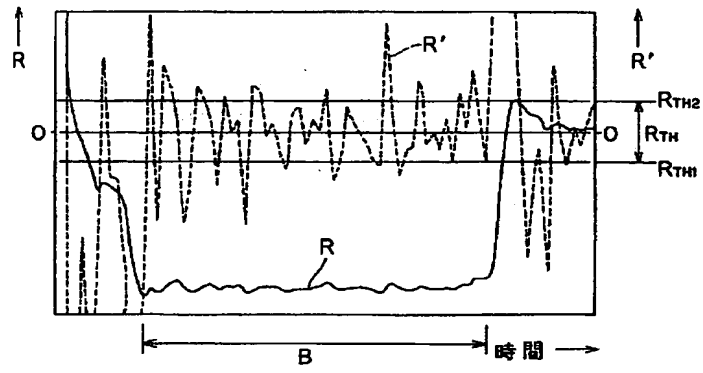
【図4】



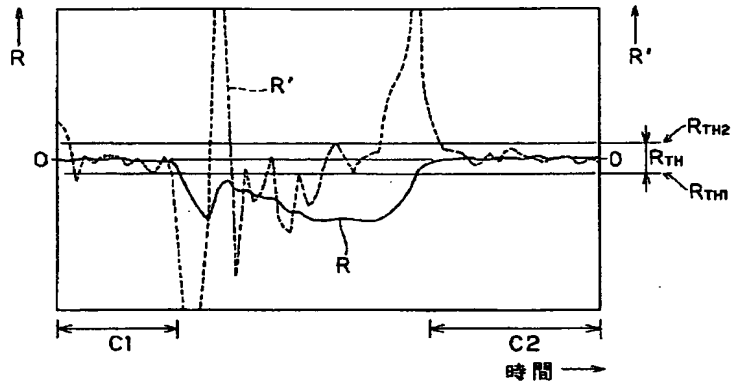
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

